

Волосникова Александра Сергеевна, студентка

Жиганова Евгения Викторовна, аспирантка

Научные руководители: Гроховский Виктор Иосифович, доц., канд. техн. наук

Оштрах Михаил Иосифович, вед. науч. сотр., д-р ф.-м. наук

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕССБАУЭРОВСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕЩЕСТВА ОБЫКНОВЕННЫХ ХОНДРИТОВ

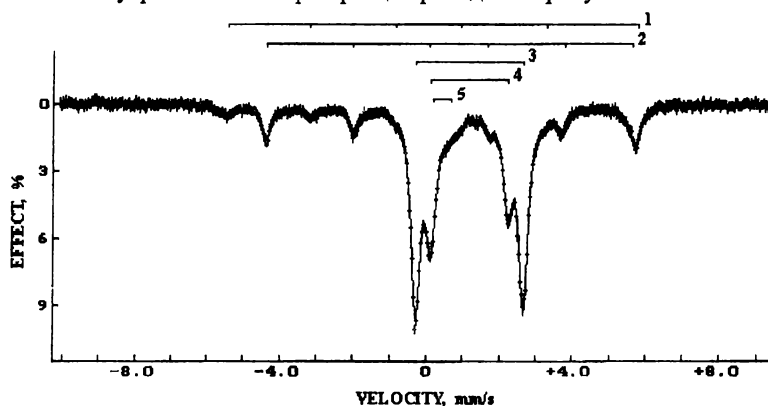
Среди различных физических методов исследования железосодержащих веществ мессбауэровская спектроскопия занимает особое место. Высокая разрешающая способность метода позволяет фиксировать изменения энергии ядерных переходов, обусловленные перераспределением электронной плотности вблизи резонансного ядра и, следовательно, получать локальные характеристики атомного окружения в решетке кристаллов. Метод ядерного гамма-резонанса высоко эффективен при решении классических материаловедческих задач: определении фазового состава сплавов, изучении фазовых превращений, процессов упорядочения, причем в ряде случаев проявляется несомненное преимущество этого метода исследования перед традиционными. Характеристическими величинами для идентификации линий спектра поглощения являются изомерный сдвиг линии поглощения  $\delta$ , квадрупольное расщепление линии  $\Delta E$  и значение величины внутреннего эффективного поля  $H_{\text{эфф}}$  на ядрах  $\text{Fe}^{57}$ .

Следует отметить, что в силу своей избирательной способности эффект Мессбауэра является незаменимым методом для исследования фазового состава сложных образцов, когда необходимо проводить идентификацию фаз, содержащих резонансный изотоп. В этом случае все остальные фазы не дают вклада в форму спектра поглощения и, следовательно, картина упрощается. Такая необходимость часто возникает при работе с природными геологическими объектами, в том числе и с метеоритами.

Практически во всех известных объектах внеземного вещества присутствуют железосодержащие минералы. Каменные метеориты представляют собой наиболее примитивное вещество Солнечной системы.

В данной работе объектом исследования являлся метеорит Царев. Первые образцы этого метеорита, относящегося к обыкновенным хондритам типа L5, стали известны в 1979 г., хотя предположительно его связывают с ярким болидом 1922 г. Микроскопическими методами получена следующая минералогическая картина в метеорите: оливин, пироксены, плагиоклаз, фосфаты, никелистое железо (мартенситовидный плессит, камасит и тэнит), троилит, хромит, ильменит и рутил. В приповерхностных участках образцов заметны продукты земного выветривания – окислы и гидроокислы. Среди силикатных минералов преобладают оливин и пироксены. Преобладающей структурной составляющей никелистого железа является плессит, представляющий собой смесь камасита и тэнита. При малых увеличениях морфология этой структуры, содержащей в среднем 12 мас.% Ni, подобна морфологии продуктов бездиффузионного превращения в сплавах Fe-Ni.

Тонкий срез метеорита Царев с области шлифа, где выполнялись микроскопические исследования, был измельчен в агатовой ступке, и изготовлен порошковый образец для мессбауэровской спектроскопии. Спектр получен с помощью стабильного прецизионного спектрометра СМ-2201 в проходящей геометрии с движущимся источником в лаборатории кафедры экспериментальной физики. Мессбауэровский спектр образца приведен на рисунке.



Мессбауэровский спектр метеорита Царев: 1 – Fe(Ni), 2 – троилит, 3 – оливин, 4 – пироксен, 5 –  $\text{Fe}^{3+}$  компоненты.  $T=295\text{ K}$

Полученный спектр типичен для обыкновенных хондритов. Обработка данного спектра методом наименьших квадратов дает наилучшие результаты при использовании пяти компонент. Эти компоненты (номера соответствуют приведенным на рисунке) могут быть идентифицированы следующим образом: Fe(Ni) зерна (1) с  $H_{\text{эф}}=348,6+1,6\text{ кВ}$ , троилит FeS (2)  $H_{\text{эф}}=311,0+1,6\text{ кВ}$ , оливин (3) с  $\delta=1,186+0,038\text{ мм/с}$  и  $\Delta E_Q=2,957+0,038\text{ мм/с}$ , пироксен (4) с  $\delta=1,183+0,038\text{ мм/с}$  и  $\Delta E_Q=2,119+0,038\text{ мм/с}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  компонент (5) с  $\delta=0,435+0,038\text{ мм/с}$  и  $\Delta E=0,519+0,038\text{ мм/с}$ .

Полученные данные демонстрируют хорошее соответствие с уже имеющимися результатами изучения минералогического состава хондрита Царев под микроскопом. Результаты мессбауэровской спектроскопии позволяют из одного спектра получить информацию о всех его железосодержащих минеральных составляющих и провести химическую классификацию метеоритов. Так, по распределению железа в минералах, хондрит Царев относится к обыкновенным хондритам, а соотношение интенсивности дублетов для железа в оливине и пироксене, которое отражает соотношение содержания железа в этих минералах, указывает на принадлежность хондрита Царев к L-группе обыкновенных хондритов.